

Integrando la Ciencia y la Sociedad a través de la Investigación Socio-Ecológica de Largo Plazo

Christopher B. Anderson, Gene E. Likens, Ricardo Rozzi,
Julio R. Gutiérrez, Juan J. Armesto y Alexandria Poole*

La investigación ecológica a largo plazo (*Long Term Ecological Research*, LTER) maneja problemas que abarcan décadas o plazos más largos. El programa y su nombre formal comenzaron en Estados Unidos en 1980. Si bien los estudios y observaciones a largo plazo comenzaron tempranamente en 1400 y 1800 en Asia y Europa, respectivamente, el enfoque a largo plazo no se formalizó sino hasta el establecimiento de los programas de investigación ecológica de largo plazo en Estados Unidos. Estos programas han permitido experimentos a nivel de ecosistemas y comparaciones entre sitios que condujeron a una mejor comprensión de la estructura y funcionamiento de la biosfera. El enfoque ecosistémico holístico de esta iniciativa permite también la incorporación de la dimensión humana en la ecología, y recientemente ha dado lugar al nuevo concepto de investigación socio-ecológica de largo plazo (LTSER). Hoy los programas de investigación socio-ecológica a largo plazo existen en por lo menos 32 países (esto es, los miembros de la Red Internacional de Investigación Ecológica a Largo Plazo o ILTER (*International Long Term Ecological Research*)). Sin embargo, la consolidación de la red internacional dentro del paradigma de investigación socio-ecológica a largo plazo todavía requiere: (1) inclusión de algunas regiones remotas del mundo que aún están poco representadas, como el suroeste de América del Sur; (2) modificaciones en el tipo de investigación realizado, tales como la integración de las ciencias sociales y naturales con las humanidades y la ética, y (3) la incorporación de las conclusiones y resultados dentro de los procesos sociales y políticos. En este contexto, la naciente red de investigación socio-ecológica a largo plazo en Chile, que se extiende en el rango latitudinal más largo de bosque templado en el Hemisferio Sur, agrega una nueva región remota a las investigaciones ecológicas de largo plazo que había sido pasada por alto anteriormente. Además, la colaboración con la Universidad de North Texas y otros asociados internacionales ayuda a desarrollar un enfoque interdisciplinario para integrar las ciencias ecológicas y la filosofía ambiental, junto con los conocimientos ecológicos tradicionales, la educación informal y formal, la política, las humanidades, los procesos socio-políticos y la conservación biocultural.

* Christopher B. Anderson, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Casilla 653, Santiago, Chile; e-mail: canderson@alumni.unc.edu; E. Gene Likens, Cary Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, NY 12545; Ricardo Rozzi, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Casilla 653, Santiago, Chile; Julio R. Gutiérrez, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Casilla 653, Santiago, Chile; Juan J. Armesto, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Casilla 653, Santiago, Chile; y Alexandria Poole, Department of Philosophy and Religion Studies, University of North Texas (UNT) y Programa UNT-Chile, Casilla 31920, University of North Texas, Denton, TX 76203-0920. Anderson y Rozzi están asociados al Parque Etnobotánico Omora, Universidad de Magallanes, Puerto Williams, Chile. Además, Rozzi pertenece al Department of Philosophy and Religion Studies, University of North Texas y al Programa UNT-Chile, Casilla 31920, University of North Texas, Denton, TX 76203-0920. Gutiérrez está asociado al Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas, Departamento de Biología, Universidad de La Serena, La Serena, Chile. Por último, Armesto está asociado al Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile. Los autores agradecen a Robert Frodeman y Francisca Massardo por los valiosos comentarios en la preparación del manuscrito, y el apoyo de *National Science Foundation* (Proyecto 06524220), *Hispanic*

INTRODUCCIÓN

La investigación ecológica a largo plazo abarca estudios de los ecosistemas, de comunidades, poblaciones o especies, destinados a comprender procesos que tienen lugar a lo largo de décadas o plazos mayores de tiempo. Tales preguntas no son abordadas por los proyectos científicos tradicionales, los que comúnmente se limitan a dos o tres años debido a restricciones de financiamiento y logísticas. Estas restricciones obstaculizan nuestra comprensión de los procesos ambientales esenciales que afectan el funcionamiento de la biosfera, entre ellos las tendencias climáticas durante varias décadas, los procesos ecológicos lentos y los sutiles impactos humanos sobre los ecosistemas¹. Los enfoques de la investigación de largo plazo en la ecología incluyen investigaciones "paleo", las sustituciones de tiempo por espacio y la comparación entre ecosistemas². Por ejemplo, mediante el uso de estudios paleo-ecológicos de polen fósil encontrado en sedimentos lacustres antiguos, es posible registrar cambios de la cobertura vegetal y determinar si las tendencias actuales son antropogénicas o son parte de los ciclos naturales.

Los esfuerzos para documentar y comprender las tendencias ambientales en el largo plazo existían incluso antes de la ecología moderna. En Europa, los experimentos agronómicos en la Hacienda Rothemsted en Inglaterra comenzaron en 1843, y un registro continuo de las observaciones de la cubierta de hielo del Lago Suwa en Japón se ha llevado a cabo desde 1443³. Durante el siglo XX, los primeros sitios de investigación ecológica de largo plazo (LTER) se implementaron formalmente en Estados Unidos, y en mayo del 2006 la Red Internacional de Investigaciones Ecológicas de Largo Plazo (ILTER) había identificado iniciativas similares en 32 países⁴. Sobre la base de una aproximación holística para la comprensión de las funciones de los ecosistemas, la perspectiva de la investigación ecológica a largo plazo ha facilitado también la incorporación de las dimensiones humanas en la ecología moderna⁵.

Global Initiative, University of North Texas, Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) proyectos N° P05-002- ICM y CONICYT PFB23-2008. Traducción de Rodrigo Molina, revisión de Francisca Massardo, Juan Armesto y Ricardo Rozzi.

¹ G. E. Likens, "Toxic Winds, Whose Responsibility?" en F. H. Bormann y S. R. Kellert, eds., *Ecology, Economics, and Ethics* (New Haven: Yale University Press, 1991), pp. 136–52, y J. J. Armesto, "Estudios a Largo Plazo: Una Prioridad para la Investigación Ecológica de Hoy," *Revista Chilena de Historia Natural* 63 (1990): 7–9.

² G. E. Likens, *Long-Term Studies in Ecology: Approaches and Alternatives* (New York: Springer Verlag, 1989).

³ J. J. Magnuson, D. M. Robertson, B. J. Benson, R. H. Wynne, D. M. Livingston, T. Arai, R. A. Assel, R. G. Barry, V. Card, E. Kuusisto, N. G. Granin, T. D. Prowse, K. M. Steward y V. S. Vuglinski, "Historical Trends in Lake and River Ice Cover in the Northern Hemisphere," *Science* 289 (2000): 1743–46.

⁴ International Long-term Ecological Research Network at <http://www.ilternet.edu>.

⁵ F. B. Golley, *A History of the Ecosystem Concept* (New Haven: Yale University Press, 1993).

Sin embargo, la comprensión de los sistemas humanos y naturales integrados, incluso en el contexto de iniciativas de largo plazo, ha demostrado ser compleja a niveles conceptuales y prácticos, tanto para realizar la investigación como para la implementación de políticas consecuentes. La integración de variables sociales en la ecología ha progresado rápidamente en disciplinas tales como la economía ecológica, que ofrece un marco y protocolos para evaluar el valor monetario de una amplia gama de servicios ecosistémicos, entre ellos el secuestro de carbono, la polinización y el control hidrológico⁶. Este enfoque, aun incipiente, ha sido criticado debido a que resulta insuficiente la aplicación de valores estrictamente monetarios a los procesos naturales y la biodiversidad, y porque comprender una amplia gama de valores ecosistémicos requiere valores culturales, comunitarios, éticos, estéticos, y en general, perspectivas filosóficas⁷. Este tema fue abordado durante el seminario sobre la integración de la filosofía ambiental y la ecología al que está dedicado este número especial de *Environmental Ethics*.

En marzo del 2007, los científicos, filósofos y analistas de políticas ambientales que participaron en este seminario en el sur de Chile, concluyeron que la aproximación de investigaciones ecológicas a largo plazo puede facilitar el análisis de las dimensiones humanas de la biosfera, pero para alcanzar este potencial, deben considerarse los siguientes aspectos: (1) la investigación a largo plazo debe extenderse a regiones poco estudiadas del mundo, en particular a los ecosistemas de "frontera", tales como la región archipelágica del sur de Chile, identificada como una de las últimas 24 áreas más prístinas del mundo⁸ y, (2) aunque muchos programas formales de investigación de largo plazo se esfuerzan actualmente por incluir las dimensiones socio-ecológicas en sus marcos conceptuales y prácticos⁹, la integración de las humanidades y otras disciplinas relacionadas en las iniciativas de largo plazo pueden lograrse en mejor forma bajo un nuevo paradigma de investigación socio-ecológica a largo plazo (LTSER)¹⁰.

⁶ R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Ñame, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. van den Belt, "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital," *Nature* 387 (1997): 253-60.

⁷ A. Leopold, "Thinking like a Mountain," en *Sand County Almanac* (New York: Oxford University Press, 1949).

⁸ R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, T. M. Brooks, J. D. Pilgrim, W. R. Konstant, G. A. B. de Fonseca y C. Kormos, "Wilderness and Biodiversity Conservation," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (2003): 10309-13.

⁹ C. L. Redman, J. Morgan Grove y L. H. Kuby, "Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimension of Social Change," *Ecosystems* 7 (2004): 161-71.

¹⁰ H. Haberl, V. Winiwarter, K. Andersson, R. U. Ayres, C. Boone, A. Castillo, G. Cunfer, M. Fischer-Kowalski, W. R. Freudenburg, E. Furman, R. Kaufmann, F. Krausmann, E. Langthaler, H. Lotze-Campen, M. Mirtl, C. L. Redman, A. Reenberg, A. Wardell, B. Warr y H. Zechmeister, "From LTER to LTSER: Conceptualizing the Socioeconomic Dimension of Long-Term Socioecological Research," *Ecology and Society* 11 (2006): 13.

Implementar investigación de largo plazo en zonas remotas requiere superar desafíos prácticos, conceptuales e institucionales, tales como aquellos relacionados con los costos de operación, acceso y comunicación, con los requerimientos de operación en terreno y la contratación de personal calificado, o construcción de infraestructura en armonía con el ambiente, la biota y cultura local¹¹. Además, para manejar estos programas se necesitan mayor número de académicos y estructuras administrativas más efectivas, lo cual implica no sólo la colaboración entre disciplinas, sino también capacidad para integrar diferentes instituciones, autoridades de gobierno, tomadores de decisiones, empresarios, administradores de información tecnológica y comunicadores¹². Por último, los programas de investigación a largo plazo deben ser capaces de articularse con esfuerzos regionales, nacionales e internacionales para lograr mayor relevancia y apoyo¹³.

En este trabajo describimos y reflexionamos acerca del proceso de creación e implementación de una incipiente red chilena de investigaciones socio-ecológicas a largo plazo que busca promover la integración interdisciplinaria de la investigación ecológica, la conservación biocultural y la sociedad. Revisamos la génesis y la trayectoria de programas similares en otras partes del mundo para considerar sus limitaciones y beneficios. Evaluamos también cómo las investigaciones ecológicas a largo plazo, y más recientemente las investigaciones socio-ecológicas a largo plazo, han sido capaces de adaptarse a las demandas cambiantes de la sociedad y de los tomadores de decisiones. Por último, presentamos y ofrecemos una visión de la red de investigaciones socio-ecológicas de largo plazo para Chile, que cubre una zona remota única del mundo¹⁴ e incluye sitios que comenzaron a integrar las ciencias ecológicas y la ética ambiental en la conservación hace más de una década¹⁵.

LA GÉNESIS DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA DE LARGO PLAZO

Los precursores de un programa formal de investigaciones ecológicas de largo plazo en Estados Unidos incluían las actividades establecidas de los laboratorios nacionales asociados con el Departamento de Energía (*Department of Energy*),

¹¹ R. Rozzi, F. Massardo, C. B. Anderson, K. Heidinger y J. A. Silander, Jr., "Ten Principles for Bio-cultural Conservation at the Southern Tip of the Americas: The Approach of the Omora Ethnobotanical Park," *Ecology and Society* 11 (2006): 43, at <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art43>.

¹² Ibid.

¹³ E.g., International Long-term Ecological Research Network, at <http://www.ilternet.edu>; World Biosphere Reserve Network, en <http://www.unesco.org/mab>.

¹⁴ J. J. Armesto, R. Rozzi, C. Smith-Ramírez y M. T. K. Arroyo, "Conservation Targets in South American Temperate Forests," *Science* 282 (1998): 1271–72.

¹⁵ R. Rozzi, J. J. Armesto, F. Massardo, S. T. A. Pickett y S. Lehmann, "Recuperando el Vínculo entre la Ciencia y la Ética: Hacia una Unidad entre Ecólogos y Ambientalistas," *Ambiente y Desarrollo* 12, no. 4 (1996): 81–86; R. Rozzi, "The Reciprocal Links between Evolutionary-Ecological Sciences and Environmental Ethics," *BioScience* 49 (1999): 911–21.

como también del sistema de parques nacionales y reservas¹⁶. Como nombre y estrategia de investigación formal, la investigación ecológica de largo plazo se consolidó en Estados Unidos a través de una oficina del programa en la *National Science Foundation* (NSF) en 1980¹⁷. La investigación ecológica a largo plazo en este país ocurrió en parte como institucionalización de un movimiento disciplinario en el campo de la ecología que surgió en los 1950s, basado en la perspectiva de ecosistemas¹⁸. La ecología de ecosistemas requirió al mismo tiempo nuevos métodos y unidades de estudio adecuadas. Se necesitaron sitios de investigación que permitieran comparaciones cruzadas y experimentos de campo a gran escala para probar teorías y modelos de propiedades de sistemas; esto extendió el alcance geográfico y temporal de los estudios¹⁹.

La investigación multidisciplinaria intensiva comenzó en los 1950s y aumentó con programas seminales como *Coweeta Hydrological Laboratory* y *Hubbard Brook Ecosystem Study*; se inició en sitios donde se habían realizado estudios sistemáticos durante décadas con el fin de esclarecer "el presente invisible" y el vínculo a largo plazo que existe entre causa y efecto²⁰. El valor de tales proyectos para una sociedad más amplia se hicieron cada vez más evidentes con el paso del tiempo, en la medida que su capacidad para mejorar la comprensión de los problemas ambientales comenzó a influir y dar forma al discurso político y social, apareciendo en medios de comunicación relevantes, como el *New York Times*, en relación al manejo de temas controvertidos (por ejemplo, las prácticas forestales y la lluvia ácida)²¹. Reexaminando el papel que tuvo el sitio de investigaciones ecológicas a largo plazo de *Hubbard Brook* en este debate de políticas nacionales de alto nivel, podemos aprender otra lección importante: es evidente que la información científica *per se* no genera consenso en los procesos socio-políticos; en cambio, el papel que los científicos mismos juegan en este discurso es crucial.

Otra característica de los programas de investigación de largo plazo que fue identificada tempranamente es su naturaleza multi-institucional²². Combinar las agendas de diversas instituciones, sin embargo, no es una tarea sencilla. Por ejemplo, *Coweeta* y *Hubbard Brook* son sitios de investigación ecológica a largo plazo de la *National Science Foundation* (NSF), pero se encuentran en bosques experimentales manejados por el *U.S. Forestry Service*. Para establecer estos programas de investigación ecológica de largo plazo, los científicos de las universidades cercanas iniciaron colaboraciones personales institucionales con el servicio forestal, que amplió

¹⁶ J. T. Callahan, "Long-Term Ecological Research," *BioScience* 34 (1984): 363–67.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Golley, *A History of the Ecosystem Concept*.

¹⁹ Likens, "Toxic Winds."

²⁰ J. J. Magnuson, "Long-Term Ecological Research and the Invisible Present," *BioScience* 40 (1990): 495–502.

²¹ Likens, "Toxic Winds," pp. 136–42.

²² J. F. Franklin, C. S. Bledsoe y J. T. Callahan, "Contributions of the Long-Term Ecological Research Program," *BioScience* 40 (1990): 509–23.

el impacto y relevancia de estos estudios, y expandió el conjunto de experimentos, disciplinas, científicos y estudiantes trabajando en el sitio. El programa de investigación ecológica de largo plazo *Coweeta* fue más allá al integrar esfuerzos con el Parque Nacional *Great Smokey Mountains* (del Servicio de Parques Nacionales) y con el *Oak Ridge National Laboratory* (del Departamento de Energía) para crear la Reserva de Biosfera *Southern Appalachian* (UNESCO). Al mismo tiempo, Strayer y colaboradores²³ señalaron que el compromiso de unos pocos individuos dedicados fue esencial para sentar las bases para la continuidad de tales iniciativas de largo plazo.

Mientras la ecología se desarrollaba desde la década de los 1950s en adelante, un movimiento político paralelo estaba modificando y creando la legislación nacional que integró algo de esta comprensión ecológica en las políticas. Por ejemplo, el *National Environmental Policy Act* (NEPA) se promulgó en 1969²⁴. Su efecto sobre la ciencia no fue inmediato, pero con el tiempo esta y otras leyes, como *Clean Water Act* (1972) *Clean Air Act* (1963) y la creación de la *Environmental Protection Agency* (1970), hicieron necesaria la acumulación de datos ambientales y líneas de base necesarias la formulación de políticas ambientales y a la vez, para contribuir a legitimar el financiamiento estatal de la investigación ecológica de largo plazo.

En el plano internacional, las corrientes científico-políticas en los 1970s también promovieron la integración del bienestar humano y ambiental. El programa de la UNESCO, Hombre y la Biosfera (*Man and the Biosphere Program*, MAB), creado en 1970, inició la red mundial de reservas de biosfera y solicitó expresamente utilizar la investigación interdisciplinaria y la capacitación para mejorar la relación entre las personas y su ambiente²⁵. El Programa Biológico Internacional (*International Biological Program*, IBP) (1964-1974) surgió en forma paralela como un logro coordinado multidisciplinario de comprensión de los sistemas terrestres a través de estudios ecosistémicos comparativos en un rango de biomas en todo el mundo; esto como una manera de alcanzar una mejor gestión y uso de las áreas protegidas para satisfacer las necesidades de la sociedad²⁶. Por ejemplo, el programa oficial del grupo de trabajo de productividad primaria US-IBP, presidido por E. P. Odum, declaró que "el objetivo principal de IBP es la comprensión de los ecosistemas, incluyendo los seres humanos". Además, los objetivos del comité hicieron hincapié en la investigación colaborativa y en la necesidad de realizar investigación fuera de las áreas prístinas²⁷.

Si bien el programa US-IBP fue de relativamente corta duración, la creación

²³ D. L. Strayer, J. S. Glitzenstein, C. Jones, J. Kolasa, G. E. Likens, M. McDonnell, G. G. Parker y S. T. A. Pickett, "Long-Term Ecological Studies: An Illustrated Account of their Design, Operation and Importance to Ecology," *Occasional Publication of the Institute of Ecosystem Studies* (1986), pp. 1-38.

²⁴ The National Environmental Policy Act of 1969, en <http://www.nepa.gov/nepa/regs/nepa/nepaeqia.htm>.

²⁵ Guevara and Laborde, "The Landscape Approach," pp. 251-62, este volumen.

²⁶ Golley, *A History of the Ecosystem Concept*.

²⁷ *Ibid.*

del mecanismo de financiamiento para este programa permitió una transición a un programa piloto de investigación ecológica de largo plazo. Poco después del término del IBP, la NSF adoptó una estrategia similar, la conversión de seis sitios del antiguo IBP en la primera red de investigación ecológica de largo plazo nacional a comienzos de los 80s (en el 2008 hay 26 sitios de investigación ecológica de largo plazo en Estados Unidos). En los talleres del proceso consultivo (1977-1979) que condujo al programa de investigación ecológica a largo plazo de Estados Unidos, existió consenso en torno a nominar "investigación" de largo plazo en lugar de "monitoreo" de largo plazo, denotando así el rechazo de los participantes a la simple colecta de datos y enfatizando la necesidad de contar con hipótesis y preguntas²⁸. De esta manera, el programa de investigaciones ecológicas de largo plazo ha demostrado ser útil para la implementación de las múltiples facetas de las ciencias ecosistémicas: la teoría, la experimentación, comparación entre sitios y monitoreo de largo plazo²⁹. Hoy, sin embargo, la necesidad de aumentar la importancia de la dimensión social en la ecología requiere un nuevo diálogo entre los investigadores con el fin de acordar estrategias y prioridades. En este proceso, los programas de investigación a largo plazo proporcionan una herramienta útil para el logro de este objetivo. El hecho que los programas de investigaciones ecológicas a largo plazo tengan base en un sitio y que persistan durante un período superior a los de un proyecto de investigación tradicional, tiene el potencial para facilitar un diálogo continuo entre los investigadores y las comunidades, autoridades y educadores locales.

EXPANSIÓN DE LAS INVESTIGACIONES ECOLÓGICAS DE LARGO PLAZO Y LA DIMENSIÓN HUMANA DE LA ECOLOGÍA

El nuevo despertar en la ciencia del papel del *Homo sapiens* en la ecología del planeta, estuvo acompañado por una extensa documentación del aumento de la tasa, la escala y la complejidad de los impactos humanos sobre la biosfera³⁰. La relación entre los sistemas sociales y los naturales queda dramáticamente demostrada por los acelerados cambios ambientales provocados por los humanos³¹. Sabemos ahora que fenómenos tales como el cambio de uso del suelo tienen múltiples consecuencias sociales, éticas y ecológicas, incluyendo el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la tala de bosques, la fragmentación de hábitats, la lluvia ácida, la urbanización, las zonas marinas degradadas, la salinización del suelo, la disminución de la calidad de las aguas, la deposición atmosférica de mercurio y la expansión de enfermedades infecciosas.

²⁸ Callahan, "Long-Term Ecological Research."

²⁹ Cita de Steven Carpenter; citado en M. L. Pace y P. M. Groffman, "Successes, Limitations, and Frontiers in Ecosystem Science: Reflections on the Seventh Cary Conference," *Ecosystems* 1 (1998): 137-42.

³⁰ P. M. Vitousek, H. A. Mooney, J. Lubchenco y J. Melillo, "Human Domination of Earth's Ecosystem," *Science* 277 (1997): 494-99.

³¹ Likens, "Toxic Winds, Whose Responsibility?"

El papel, escala, y magnitud de la acelerada influencia humana sobre los sistemas naturales puede constatararse también en formas más sutiles. Por ejemplo, los efectos acumulativos del uso del suelo por los seres humanos han incrementado los sedimentos transportados por los ríos a escala global desde un promedio histórico (basado en un registro de 540 millones de años) de 5 gigatoneladas (1 gigatón = 1 millón de toneladas) por año (GTy^{-1}) hasta una cifra cercana a los 21 GTy^{-1} . Además, más de 75 GTy^{-1} de roca y suelo son removidas anualmente por los seres humanos³². Las consecuencias de estas complejas y profundas alteraciones a gran escala guiaron a los ecólogos a reconocer y analizar el vínculo inherente que existe entre las variables sociales y ecológicas, y está surgiendo un nuevo cuerpo de literatura en torno al concepto de la dinámica de los sistemas acoplados humanos-naturaleza³³.

Al mismo tiempo, las estructuras sociales y políticas están cambiando. Nuevos países están aumentando su población y su influencia internacional; entre ellos la emergencia reciente de China e India como potencias económicas y políticas mundiales. El tema de la distribución de la riqueza ha modificado también el orden social global, debido al aumento creciente de la brecha entre países ricos y pobres en todo el mundo desde 1800³⁴. En consecuencia, preguntas relevantes para la investigación vinculan ahora los ámbitos de la indagación social y ecológica, tales como las implicaciones éticas de asumir responsabilidades *versus* las consecuencias involucradas en temas como el mercado del mercurio emitido a la atmósfera, o el calentamiento global asociado al aumento del nivel del mar. De hecho, es frecuente el caso de grupos sociales y países que actúan como impulsores de cambios ecológicos y deterioro ambiental, no son los que en última instancia soportan las consecuencias de tales actividades. Por ejemplo, las regiones de la Patagonia y la Península Antártica reciben hoy los más altos niveles de radiación U.V. Paradójicamente, esas regiones son las más distantes de los centros de emisiones de CFCs que son los compuestos que generan el agujero estratosférico de ozono que se ubica sobre la región más austral de América³⁵. Queda claro que responder estas interrogantes ambientales y éticas requiere no sólo calidad de la línea de base, sino también inserción de la investigación y de los investigadores en el contexto de los procesos sociales y culturales para lograr así una integración de las ciencias ecológicas, la ética y la planificación³⁶. Como se ha demostrado en el debate sobre

³² B. H. Wilinson y B. J. McElroy, "The Impact of Humans on Continental Erosion and Sedimentation," *Geological Society of America Bulletin* 119 (2007): 140–56.

³³ J. Liu, T. Dietz, S. R. Carpenter, M. Alberti, C. Folke, E. Moran, A. N. Pell, P. Deadman, T. Kratz, J. Lubchenco, E. Ostrom, Z. Ouyang, W. Provencher, C. L. Redman, S. H. Schneider y W. W. Taylor, "Complexity of Coupled Human and Natural Systems," *Science* 317 (2007): 1513–16.

³⁴ Vease Tabla 1, p. 54, en M. S. Alam, "Global Disparities since 1800: Trends and Regional Patterns," MPRA Paper No. 1289 (2006), <http://www.mpra.ub.uni-muenchen.de/1289>.

³⁵ K. Jax y R. Rozzi, "Ecological Theory and Values in the Determination of Conservation Goals: Examples from Temperate Regions of Germany, USA, and Chile," *Revista Chilena de Historia Natural* 77 (2004): 349–66.

³⁶ S. R. Carpenter y C. Folke, "Ecology for Transformation," *Trends in Ecology and Evolution* 21 (2006): 309–15.

el cambio climático global, los datos por sí mismos no siempre mejoran el proceso de formulación de políticas, y de hecho pueden impedirlo cuando ambas partes insisten en la superioridad de su respectiva información³⁷.

CAPACIDAD DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN DE LARGO PLAZO PARA ADAPTARSE A LAS NECESIDADES SOCIALES

Los sitios de investigación ecológica a largo plazo generan y comparten bases de datos, publican información en sitios web, dan "valor agregado" a la investigación y a la divulgación, promueven la cooperación académica y extra-académica, fomentan colaboraciones internacionales, vinculan los sitios de trabajo con la educación e implementan laboratorios y cursos de campo³⁸. En todo el mundo, las iniciativas de investigación ecológica a largo plazo han demostrado que esta estrategia de investigación puede acomodarse a los cambiantes contextos científicos y sociales y modificarse para satisfacer las necesidades del presente. Desde su creación, los sitios de investigación ecológica a largo plazo han ampliado su alcance desde un fuerte sesgo en los sitios naturales "prístinos", a menudo dentro de las áreas protegidas, hacia regiones completas, incluidos los paisajes rural-agrícolas y los centros urbanos. A escala global todavía hay una necesidad, sin embargo, de reforzar y ampliar el concepto de investigación a largo plazo mediante la inclusión de áreas geográficas poco conocidas³⁹.

Además, si bien determinados aspectos de los programas de investigación ecológica de largo plazo son comunes a todos los sitios, las misiones y objetivos específicos de las redes nacionales responden a historias y necesidades particulares. Por lo tanto, no es sorprendente que muchas iniciativas de largo plazo integraron explícitamente aspectos sociales de la investigación ecológica desde sus inicios. Los programas de investigación ecológica de largo plazo en Estados Unidos descritos anteriormente, son gran medida el producto de una tradición académica que buscó comprender patrones y procesos de los ecosistemas a múltiples escalas espaciales y temporales. Por otra parte, aunque el *U.S. International Long-term Ecological Research Committee* fue útil colaborando con Brasil en la implementación de su programa nacional a través de científicos visitantes, proyectos y talleres, la red brasileña se creó para el manejo de cuencas hidrográficas, mejorar la salud humana, promover la conservación, proporcionar información sobre la biodiversidad e implementar la Agenda 21 de la Convención para la Diversidad Biológica. Por lo tanto, el programa de Brasil fue vinculado explícitamente con la toma de decisiones desde su creación⁴⁰. Asimismo,

³⁷ D. Sarewitz, "How Science Makes Environmental Controversies Worse," *Environmental Science and Policy* 7 (2004): 385–403.

³⁸ J. E. Hobbie, S. R. Carpenter, N. B. Grimm, J. R. Gosz y T. R. Seastedt, "The U.S. Long-Term Ecological Research Program," *BioScience* 53 (2003): 21–32.

³⁹ Véase mapa en <http://ilinternet.edu>.

⁴⁰ F.A.R. Barbosa, F.R. Scarano, M.G. Sabara y F.A. Esteves, "Brazilian LTER: Ecosystem and Biodiversity Information in Support of Decision Making," *Environmental Monitoring and Assessment* 90 (2004): 121–33.

la *Southern Africa Ecological Observatory Network* se enfocó fundamentalmente sobre la resolución de problemas, reconociendo que el desafío de la mayoría de los países está relacionado con necesidades humanas básicas⁴¹. A su vez, el ejemplo sudafricano también deja en claro que la red de investigaciones ecológicas a largo plazo es una herramienta para que los gobiernos cumplan los compromisos adquiridos a través de convenios y tratados ambientales internacionales.

En muchas regiones del mundo, desafíos nacionales como los recién descritos para la red de Sudáfrica se expresan también en los problemas enfrentados por las estaciones de campo, donde menos de la mitad del presupuesto de gastos fijos es estable de un año al otro⁴². Priorizar el financiamiento de los programas de largo plazo es una aproximación que puede ayudar a superar algunos de esos obstáculos, al menos para algunos sitios de estudio prioritarios. Por ejemplo, la red de investigaciones ecológicas de largo plazo en Costa Rica ha superado en parte este tipo de problema gracias a la colaboración con la Organización de Estudios Tropicales (*Organization for Tropical Studies*, OTS), que ha llevado a cabo la investigación en tres estaciones de campo desde los 1960s. Como una organización sin fines de lucro bien financiada con sede en Estados Unidos y Costa Rica, la OTS ha sido excepcionalmente posicionada para coordinar la red costarricense de investigaciones ecológicas a Largo Plazo.

LA INCIPIENTE RED CHILENA DE INVESTIGACIONES SOCIO-ECOLÓGICAS A LARGO PLAZO

A pesar del llamado para crear un programa de investigación ecológica a largo plazo en Chile desde 1990⁴³, se lograron escasos progresos formales en este tema a nivel nacional. Sin embargo, la necesidad y la justificación para esta iniciativa son mayores que nunca. La participación de Chile en diversos convenios internacionales (como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención Ramsar sobre Humedales, el Protocolo de Montreal y el Protocolo de Kyoto), requiere mejor información de línea de base acerca de los ecosistemas chilenos. Además, la creación relativamente reciente de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300 creada en 1994), requieren mejores capacidades de evaluación de los ecosistemas para la toma de decisiones. Sin embargo, carecemos de información ambiental sistemática de los principales ecosistemas, lo que limita nuestra capacidad para evaluar el impacto de los proyectos de desarrollo.

⁴¹ J. Henschell, J. Pauw, F. Banyikwa, R. Brito, H. Cabwela, T. Palmer, S. Ringrose, L. Santos, A. Siteo y A. van Jaarsveld, "Developing the Environmental Long-Term Observatories Network of Southern Africa (ELTOSA)," *South African Journal of Science* 99 (2003): 100–08.

⁴² Véase el informe de las estaciones biológicas en S. Whitesell, R. J. Lilieholm, and T. L. Sharik, "A Global Survey of Tropical Biological Field Stations," *BioScience* 52 (2002): 55–64.

⁴³ Armesto, "Estudios a Largo Plazo."

Es en este contexto que el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), creado en el 2005 con financiamiento de la Iniciativa Científica Milenio (ICM) del Ministerio de Planificación, está hoy desarrollando una incipiente red chilena de investigaciones socio-ecológicas de largo plazo. Los ciclos de financiamiento de la ICM consisten en incrementos cada cinco años, con una estructura similar a los ciclos de financiamiento renovable cada seis años que tiene la investigación ecológica a largo plazo en Estados Unidos. Desde su creación, el IEB ha sido una iniciativa multi-institucional que ha privilegiado la colaboración y la creación de redes: incluye investigadores de cinco universidades nacionales y regionales y dos ONG académicas con estaciones de campo⁴⁴. Tres de estos grupos de investigación han sido pioneros en la investigación de largo plazo con sitios en el Parque Nacional Fray Jorge (Fray Jorge), la Estación Biológica Senda Darwin (Senda Darwin en Chiloé) y el Parque Etnobotánico Omora (Omora en la isla Navarino) (Tabla 1). En estos sitios, los investigadores han implementado sistemáticamente estudios continuos de poblaciones y procesos ecosistémicos hasta por 19 años. Mediante la integración de estos sitios a través de una red coordinada, el IEB está en la práctica creando el primer plan global para implementar la investigación de largo plazo a lo largo del mayor gradiente latitudinal en el Hemisferio Sur, desde el mediterráneo semiárido hasta latitudes subantárticas (30-55°S).

Por consiguiente, el IEB ha tomado medidas similares a las adoptadas por el Servicio Nacional Forestal de Estados Unidos en 1980, cuando los sitios de la antigua IBP se transformaron en la primera red de investigaciones ecológicas de largo plazo. Sin embargo, el nacimiento del programa chileno llega en un momento en que la dimensión social de la ecología y la conservación son ampliamente reconocidas; es por esto que la investigación socio-ecológica a largo plazo se considera un paradigma fundador de la red chilena. Para consolidar aún más estos esfuerzos, en marzo del 2008 el IEB fue galardonado con el apoyo adicional de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile (CONICYT) en el marco del Programa de Financiamiento Basal. Estas subvenciones forman parte explícita de una estrategia nacional para promover la ciencia de alta calidad vinculada a la agenda de desarrollo social y económico del país, que incluye la agricultura, la acuicultura, la minería y el turismo, que son los sectores favorecidos por la implementación de esta red de investigación socio-ecológica de largo plazo⁴⁵.

Aunque un programa nacional coordinado e iniciado por una sola institución puede tener desventajas potenciales, tales como inestabilidad o inconsecuencias si surgen problemas dentro de la institución, el hecho que el IEB sea en realidad una red de investigadores asociados a varias universidades y organizaciones en el país puede aumentar la probabilidad de persistencia del programa. Como muestra el ejemplo de la OTS en Costa Rica, esta estructura tiene precedentes y cuando

⁴⁴ Instituto de Ecología y Biodiversidad en <http://www.ieb-chile.cl>.

⁴⁵ Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, *Hacia una Estrategia Nacional de Innovación*, vol. 2 (2008) en <http://www.consejodeinnovacion.cl/cnic/cnic/web/portada.php>.

Sitio de Estudio	Fray Jorge	Senda Darwin	Parque Omora
Latitud	30°S	46°S	55°S
Filiación institucional principal	Univ. de La Serena, Corporación Nacional Forestal, Univ. of Northern Illinois, IEB, Univ. of California-Davis	Fundación Senda Darwin, CASEB, Pontificia Univ. Católica de Chile, IEB, Univ. de Chile	Fundación Omora, Univ. de Magallanes, IEB, Univ. of North Texas, Center for Environmental Philosophy, OSARA
Año de Inicio	1989	1995	2000
Propiedad de la tierra	Servicio Nacional Forestal	Privada - Fundación Senda Darwin	Concesión Pública - Ministerio de Bienes Nacionales y Ministerio de Defensa a la Fundación Omora y a la Univ. de Magallanes
Estatus de conservación	Parque Nacional y Reserva de la Biosfera de UNESCO	Área protegida privada	Área Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad de CONAMA, Reserva de Biosfera de UNESCO y áreas autodesignadas del Ministerio de Bienes Nacionales
Ecosistemas principales	Matorral y Bosque Valdiviano relicto	Bosques lluviosos Valdiviano y Nor-Patagónico, turberas y vegetación ribereña	Bosques Subantárticos, turberas, canales marinos, ríos y lagos
Financiamiento actual	CEAZA (CONICYT) & IEB (MIDEPLAN y CONICYT)	CASEB (CONICYT) & IEB (MIDEPLAN y CONICYT)	UMAG & IEB (MIDEPLAN y CONICYT) Univ. of North Texas, OSARA
Líneas de investigación principales	Uno de los experimentos de exclusión de vertebrados más prolongados del mundo; efectos abióticos y bióticos sobre mamíferos pequeños, depredadores vertebrados y plantas, y sus conexiones tróficas; El Niño - Oscilación Sur (ENSO)	Ecología de poblaciones de aves bajo el dosel que habitan fragmentos de bosque lluvioso; interacciones de dispersantes de plantas e interacciones de polinizadores; biogeoquímica, estudios ecosistémicos y educación	Etnoecología, filosofía ambiental, ecoturismo, conservación biocultural, anillamiento de aves, especies exóticas invasoras, flora no vascular, líquenes, algas, especies carismáticas, políticas ambientales y educación
Bases de datos	Poblaciones de mamíferos pequeños, cobertura de plantas vasculares, bancos de semillas inventarios de insectos y aves	Inventarios de aves e insectos, colecciones de plantas vasculares, parcelas forestales permanentes e información etnobotánica	Censos de aves de bosque, inventarios de plantas vasculares y no vasculares, monitoreos de diversidad biológica y cultural de la RB Cabo de Hornos, percepciones sobre flora y fauna.
Página Web	www.bios.uni.edu/frayjorge	www.sendadarwin.cl	www.omora.org

Tabla 1. Tres sitios de estudio estarán vinculados a través del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) y la Red de Investigaciones Socio-Ecológicas de Largo Plazo. CASEB es el Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad, CEAZA es el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CHBR es la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos de UNESCO, CONICYT es la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile, el Programa Iniciativa Científica Milenio pertenece al Ministerio de Planificación de Chile MIDEPLAN y OSARA es *Omora Sub-Antarctic Research Alliance*.

la implementación de programas de largo plazo se realiza en países en desarrollo y ecosistemas remotos, las soluciones creativas son fundamentales para lograr el éxito. El IEB debe ahora aprender rápidamente de otras experiencias y continuar innovando, fortaleciendo y expandiendo esta red de investigaciones socio-ecológicas de largo plazo para institucionalizar el concepto en el marco administrativo de la ciencia y las políticas en Chile.

Callahan proporcionó un punto de partida apropiado al diseñar los criterios de la NSF en el llamado original de la convocatoria de propuestas para crear el primer programa de investigación ecológica de largo plazo⁴⁶. Para asegurar su continuidad, las propuestas debían demostrar cómo sería garantizado el liderazgo en el proyecto, cómo se garantizaría la integridad del sitio y cómo se resolverían los conflictos acerca del uso. Además, era necesario determinar la generación de información, su almacenamiento y uso, que hoy se realiza mediante sistemas de manejo de datos. Por último, se esperaba que los sitios enfrentaran el desafío de sintetizar y comunicar la información científica para promover el conocimiento para un público más amplio. Estas propuestas se hicieron a nivel de sitio, ya que cada grupo podría conocer la mejor manera de superar estos retos. Para evaluar el programa piloto en Chile en lo que se refiere a estos factores, es importante considerar con más detalle los tres sitios iniciales y sus experiencias complementarias, ya que cada uno de ellos refleja en gran medida el contexto del período en que fue fundado.

El sitio de estudio ubicado más al norte (30°S) se encuentra en el Parque Nacional Fray Jorge, un área protegida creada en 1941 para preservar los ecosistemas semiáridos y los parches más nortinos de bosques templados que se mantienen en las cumbres de la cordillera de la costa gracias a la niebla costero-marina. El área se declaró reserva de biosfera por UNESCO en 1977. El programa de investigaciones ecológicas de largo plazo del parque se inició en 1989 y se ha centrado principalmente en la determinación de los factores abióticos y bióticos que regulan la abundancia de pequeños mamíferos, depredadores vertebrados y plantas y sus conexiones tróficas⁴⁷. Este objetivo ha sido logrado con uno de los experimentos de exclusión de vertebrados más prolongados y grandes del mundo. Además, dada la longevidad del proyecto, ha sido posible distinguir tres ciclos completos del fenómeno de El Niño Oscilación Sur, que han determinado fluctuaciones pronunciadas en las precipitaciones y por consiguiente, cambios anuales de la cobertura vegetal y de la productividad de la vegetación de desierto⁴⁸.

La extensión y el impacto del programa Fray Jorge son responsabilidad de los científicos locales con sede en la Universidad de La Serena, a través de una productiva

⁴⁶ Callahan, "Long-Term Ecological Research."

⁴⁷ P. L. Meserve, D. A. Kelt, W. B. Milstead y J. R. Gutiérrez, "Thirteen Years of Shifting Top-Down and Bottom-Up Control," *BioScience* 53 (2003): 633–46.

⁴⁸ J. R. Gutiérrez, M. Holmgren, R. Manrique y F. A. Squeo, "Reduced Herbivore Pressure under Rainy ENSO Conditions Could Facilitate Dryland Reforestation," *Journal of Arid Environments* 68 (2007): 322–30.

y efectiva colaboración con colegas de Estados Unidos (Universidades Northern Illinois y de California, Davis). Estas colaboraciones han permitido financiamiento nacional e internacional. Recientemente, este esfuerzo fue apoyado por la creación del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), un centro regional de investigación financiado por CONICYT. El CEAZA se centra en el estudio del bioma de la región árida, y a través de su colaboración con el IEB desde 2005, se ha añadido un componente de divulgación al sitio de Fray Jorge para integrar la ciencia y las comunidades locales.

El segundo sitio de la red del IEB se encuentra en la isla de Chiloé (42°S) en la Estación Biológica Senda Darwin. Senda Darwin fue creada en 1995 por investigadores chilenos y extranjeros con el fin de proporcionar un sitio base para estudios ecológicos en curso de los ecosistemas de bosques templados lluviosos en paisajes fragmentados en zonas rurales-agrícolas⁴⁹. Desde su creación, la Estación Biológica Senda Darwin ha tratado de incorporar un enfoque multifacético que integra la investigación, la educación y la práctica, inspirado en la Iniciativa de la Biosfera Sustentable de la ESA⁵⁰. La Senda Darwin ha sobresalido como un centro de investigación de los ecosistemas, vinculado con la Universidad de Chile y la Universidad Católica de Chile, y en el plano internacional con el *Cary Institute of Ecosystem Studies* Estados Unidos.

En contraste con Fray Jorge, el sitio Senda Darwin carece de un grupo permanente de científicos y estudiantes que habite en la región. En consecuencia, la investigación se ha llevado a cabo por científicos y estudiantes asentados en universidades nacionales (principalmente en Santiago) e internacionales, con un énfasis en la investigación durante los veranos. Las investigaciones de largo plazo de la Estación Biológica Senda Darwin se han centrado principalmente en la ecología de poblaciones y la conservación de especies de aves del sotobosque que habitan en fragmentos de bosque lluvioso del paisaje rural-agrícola⁵¹, en la comprensión de la dinámica y procesos del bosque en el largo plazo⁵², y en la variabilidad de las interacciones entre plantas y sus polinizadores y vectores de dispersión de semillas⁵³. También existe una colaboración de largo plazo con el Parque Nacional Chiloé, donde los investigadores han llevado

⁴⁹J. J. Armesto, R. Rozzi y M. F. Willson, "Bridging Scientific Knowledge, Education and Application in Temperate Ecosystems of Southern South America," *Bulletin of the Ecological Society of America* 77 (1996): 120–22.

⁵⁰R. Rozzi, J. Silander, Jr., J. J. Armesto, P. Feinsinger y F. Massardo, "Three Levels of Integrating Ecology with Conservation of South American Temperate Forests: The Initiative of the Institute of Ecological Research Chiloé, Chile," *Biodiversity and Conservation* 9 (2000): 1199–1217.

⁵¹M. F. Willson, T. L. De Santo, C. Sabag y J. J. Armesto, "Avian Communities of Fragmented South-Temperate Rain Forests in Chile," *Conservation Biology* 8 (1994): 508–20; y K. E. Sieving, M. F. Willson and T. L. De Santo, "Defining Corridor Functions for Endemic Birds in Fragmented South-Temperate Rain Forest," *Conservation Biology* 14 (2000): 1120–32.

⁵²J. C. Aravena, M. R. Carmona, C. A. Pérez y J. J. Armesto, "Changes in Tree Species Richness, Stand Structure, and Soil Properties in a Successional Chronosequence in Northern Chiloé Island, Chile," *Revista Chilena de Historia Natural* 75 (2002): 339–60.

⁵³C. Smith-Ramírez, P. Martínez, M. Nuñez, C. González y J. J. Armesto, "Diversity, Flower Visitation Frequency and Generalism of Pollinators in Temperate Rain Forests of Chiloé Island, Chile," *Botanical Journal of the Linnean Society* 147 (2005): 399–416.

a cabo estudios en ecosistemas de referencia respecto a los ciclos de nutrientes y la biogeoquímica de cuencas no contaminadas de bosques templados antiguos⁵⁴. Desde 1996, un programa de educación ha desarrollado y facilitado el contacto entre científicos, estudiantes graduados y los maestros de escuela y la comunidad local rural. En colaboración con el Ministerio de Educación de Chile, la Estación Biológica Senda Darwin adaptó el programa "educación en el patio de la escuela"⁵⁵ hacia una forma de "educación en el entorno cotidiano", utilizando esta herramienta educativa para mejorar la toma de conciencia de los guardaparques y agricultores locales⁵⁶.

INTEGRANDO LA CONSERVACIÓN BIOCULTURAL Y LA FILOSOFÍA AMBIENTAL

El sitio más austral de la Red Chilena de Investigaciones Socio-ecológicas de Largo Plazo se encuentra en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, en el Parque Etnobotánico Omora (55°S). Desde su inicio en 1999, el Parque Omora ha involucrado a científicos, filósofos, artistas y otros profesionales de Chile y el extranjero. Este equipo interdisciplinario trabajó para interrelacionar los programas de investigación, educación y conservación, enfatizando un concepto que llegó a ser el lema del parque: "integrando la conservación biocultural y el bienestar social desde el extremo sur de las Américas"⁵⁷.

La aproximación de Omora integra la ética ambiental y el conocimiento ecológico tradicional en las estrategias de conservación de la diversidad biológica y cultural. La etno-ornitología provee la línea de investigación central para un análisis comparativo de perspectivas científica e indígenas acerca de los hábitats y hábitos de las aves y los seres humanos. En yagán, *omora* significa picaflor chico (*Sephanoides sephanioides*), pero también ocupa un lugar central en la cosmología yagán, donde es concebida como un ave al mismo tiempo que un pequeño hombre o espíritu que contribuye a mantener tanto el orden social como el orden ecológico. La integración entre los mundos natural, humano y espiritual se expresa en muchas narrativas yaganas acerca de las aves que comienzan con la afirmación "en tiempos ancestrales, cuando las aves todavía eran humanos"⁵⁸. A través de la grabación y el

⁵⁴ L. O. Hedin, J. J. Armesto y A. H. Johnson, "Patterns of Nutrient Loss from Unpolluted, Old-Growth Temperate Forests: Evaluation of Biogeochemical Theory," *Ecology* 76 (1995): 493–509; C. A. Perez, L. O. Hedin y J. J. Armesto, "Nitrogen Mineralization in Two Unpolluted Old-Growth Forests of Contrasting Biodiversity and Dynamics," *Ecosystems* 1 (1998): 361–73.

⁵⁵ P. Feinsinger, L. Margutti, R. y D. Oviedo, "School Yards and Nature Trails: Ecology Education Outside the University," *Trends in Ecology and Evolution* 12 (1997): 115–20.

⁵⁶ Véase <http://www.sendadarwin.cl>. Véase también Rozzi, R., P. Feinsinger y R. Riveros, "La Enseñanza de la Ecología en el Entorno Cotidiano," *Módulo de Educación Ambiental* (Santiago, Chile: Ministerio de Educación de Chile 1997).

⁵⁷ Rozzi et al., "Ten Principles for Biocultural Conservation."

⁵⁸ R. Rozzi, "Implicaciones Éticas de Narrativas Yaganas y Mapuches Sobre las Aves de los Bosques Templados de Sudamérica Austral," *Ornitología Neotropical* 15 (2004): 435–44.

análisis del conocimiento ecológico tradicional etno-orнитológico, los investigadores de Omora han propuesto que:

Las historias ornitológicas mapuches y yaganes del sur de Chile nos permiten ampliar nuestros modos de conocer y habitar el mundo natural, y de convivir con las aves y sus ecosistemas... [Estas narrativas] no sólo presentan diferencias con las visiones científicas sino que también se encuentran similitudes substanciales entre ellas. Por ejemplo, las historias indígenas comparten las perspectivas con la visión ecológica-evolutiva contemporánea dos nociones centrales: (1) el sentido de parentesco entre los seres humanos y las aves derivado de genealogías o historias evolutivas, y (2) el sentido de comunidad biótica o red ecológica de la cual las aves y los seres humanos formamos parte... Desde el punto de vista de la ética ambiental contemporánea, las tres perspectivas culturales (Mapuche, Yagán y científica) realzan el valor intrínseco de la avifauna porque las aves son nuestros parientes evolutivos lejanos. Esto implica que, en algún grado, la existencia de las aves puede estar sujeta a consideraciones morales fundadas en juicios ontológicos y éticos compartidos con aquellos con que se juzga el valor de la vida humana⁵⁹.

Esta aproximación biocultural ha permitido al programa de Omora superar el antropocentrismo al centrar la atención en las especies de aves y sus hábitats, de manera que el picaflor *per se* llegó a ser una imagen atractiva para las personas de los diversos grupos socio-culturales que habitan en Puerto Williams. El hecho de dirigir la atención del público hacia una especie que era biológica y culturalmente interesante, contribuyó también a revertir algunos prejuicios socio-culturales respecto a la validez del conocimiento ecológico de la comunidad yagán. La imagen del picaflor invitó, en cambio, a los miembros de la comunidad yagán y otros grupos socio-culturales a participar de una manera respetuosa hacia la diversidad biocultural en los programas de educación e investigación del parque⁶⁰. Como resultado, *omora* ha llegado a ser una especie carismática que no sólo ha proporcionado el nombre para el parque etnobotánico, sino que esta hermosa ave integra también los objetivos ecológicos y sociales del programa. Numerosos estudios han demostrado que la identificación de especies emblemáticas en iniciativas de conservación tienen también un impacto positivo para el ecoturismo y la identidad del sitio⁶¹. Por estas razones, actualmente se están identificando e implementando especies emblemáticas en los tres sitios que conforman la Red Chilena de Investigaciones Socio-Ecológicas a Largo Plazo.

⁵⁹ R. Rozzi, F. Massardo, C. Anderson, S. McGehee, G. Clark, G. Egli, E. Ramilo, U. Calderón, C. Calderón, L. Aillapan y C. Zárraga, *Multi-Ethnic Bird Guide of the Austral Temperate Forests of South America* (Punta Arenas, Chile: Fantástico Sur y Universidad de Magallanes, 2003).

⁶⁰ Rozzi et al., "Superando la Dicotomía entre Conocimiento Global y Local," pp. 57-79, este volumen.

⁶¹ M. Walpole y N. Leader-Williams, "Tourism and Flagship Species in Conservation," *Biodiversity and Conservation* 11 (2002): 543-47.

La integración de las ciencias y la filosofía en el Parque Omora ha sido traducida de manera efectiva para la conservación biocultural regional a través de la creación de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, designada por la UNESCO en el 2005⁶². Esta reserva de biosfera protege los ecosistemas forestales más australes del mundo, y su creación fue el resultado de seis años de trabajo colaborativo entre autoridades y tomadores de decisiones del gobierno regional y el equipo del Parque Omora. Posteriormente, el grupo de filósofos y científicos ha identificado diez principios que han guiado las acciones del Parque Omora y han sido esenciales para integrar la investigación, la política y la conservación:

- (1) cooperación inter-institucional
- (2) aproximación participativa
- (3) integración interdisciplinaria de las ciencias, la filosofía, las artes y la toma de decisiones
- (4) creación de redes y colaboración internacional
- (5) comunicación a través de los medios de prensa
- (6) identificación de especies emblemáticas
- (7) "encuentros directos" con seres humanos y no-humanos en sus hábitats
- (8) sustentabilidad económica y ecoturismo
- (9) planificación territorial y sustentabilidad administrativa
- (10) sustentabilidad conceptual basada en investigaciones continuas a largo plazo *in situ* (es decir, la renovación constante de ideas y manejo adaptativo) para la conservación⁶³.

Estos principios pueden ser adaptados y evaluados hoy como un marco conceptual para integrar las dimensiones sociales y ecológicas en el programa de investigaciones socio-ecológicas a largo plazo, tanto en Chile como en otras áreas. El programa de investigación del Parque Omora involucra disciplinas "híbridas", tales como la etno-ecología, el ecoturismo y la ética ambiental. En el 2004, esta integración se proyectó a través de la asociación con el Departamento de Filosofía de la Universidad de North Texas (UNT). Hoy, el parque funciona como un consorcio entre la Universidad de Magallanes (UMAG), el IEB y la Fundación Omora en Chile, con UNT, el Centro de Filosofía Ambiental (*Center for Environmental Philosophy*, CEP) y la organización no-gubernamental *Omora Sub-Antarctic Research Alliance* (OSARA) en Estados Unidos⁶⁴. En el ámbito de la educación, la incorporación de UNT y CEP en esta iniciativa permitió la creación de un programa de cursos interdisciplinarios de campo, coordinados por OSARA desde el 2004⁶⁵. En estos cursos participan estudiantes de América Latina y Estados Unidos, y son enseñados

⁶² R. Rozzi, F. Massardo, C. B. Anderson, A. Berghoefer, A. Mansilla, M. Mansilla, J. Plana, U. Berghoefer, E. Barros y P. Araya, *The Cape Horn Biosphere Reserve* (Punta Arenas, Chile: Ediciones Universidad de Magallanes, 2006).

⁶³ Rozzi et al., "Ten Principles for Biocultural Conservation."

⁶⁴ Véase <http://www.chile.unt.edu>.

⁶⁵ Véase <http://www.chile.unt.edu/studyabroad/index.htm> and <http://www.osara.org>.

por filósofos y ecólogos chilenos y estadounidenses. En estos cursos los estudiantes tienen una experiencia directa y un aprendizaje de primera mano sobre ética ambiental y diversidad biocultural, embebida en los enfoques interdisciplinarios que el Parque Omora está desarrollando en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. Estos esfuerzos pioneros ofrecen para la nueva red chilena de investigaciones socio-ecológicas a largo plazo una base sobre la cual ensayar formas de integración interdisciplinaria en la educación e investigación teórica y aplicada que podría constituir un programa transversal entre todos los sitios.

CONCLUSIONES

Una revisión de la historia de la investigación ecológica a largo plazo muestra que estos programas surgen desde la disciplina de la ecología y responden a sus circunstancias históricas, pero también responden frente a cambios en la estructura política y administrativa de la ciencia relacionada con la mayor conciencia del papel que los seres humanos tenemos en el funcionamiento de la biosfera. La génesis de investigación a largo plazo hizo posible el establecimiento de experimentos a gran escala de manipulación de ecosistemas, que a su vez han requerido ciclos de financiamiento a mediano y largo plazo, como también comparaciones entre sitios, para responder preguntas relevantes tanto desde la perspectiva disciplinaria como social⁶⁶. Recientemente se ha reforzado la búsqueda de esfuerzos concertados para integrar las ciencias sociales a la investigación de largo plazo⁶⁷ y para extender su ámbito hacia áreas rurales, agrícolas y urbanas⁶⁸, como también hacia áreas remotas prístinas, en un contexto de cambio global, que demanda la inclusión de la dimensión humana en la ecología. En algunos países en desarrollo los sitios de investigaciones ecológicas a largo plazo han vinculado sistemáticamente a la ciencia con el diseño de políticas para la toma de decisiones. La creación de la Red Chilena de Sitios de Estudio Socio-ecológicos de Largo Plazo ofrece una plataforma para desarrollar nuevos modelos para vincular las ciencias sociales, las ciencias naturales, las humanidades y los procesos de toma de decisiones políticas. Esta red debería considerar seriamente estas tendencias que procuran desarrollar investigación a largo plazo socialmente relevante, y a través de su región geográfica única e integración *sui generis* de las ciencias y las humanidades, la red chilena podría instalarse en la vanguardia de los esfuerzos por investigar y comprender sistemas acoplados humanos-naturaleza. En el contexto de cambios ecológicos y sociales globales, las colaboraciones existentes representan otra gran fortaleza para la incipiente red chilena de investigaciones socio-ecológicas a largo plazo.

⁶⁶ Golley, *A History of the Ecosystem Concept*, Franklin et al., "Contributions of the Long-Term Ecological Research Program," y Hobbie et al., "The U.S. Long-Term Ecological Research Program."

⁶⁷ Redman et al., "Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network."

⁶⁸ N. B. Grimm, J. M. Grove, S. T. A. Pickett y C. L. Redman, "Integrated Approaches to Long-Term Studies of Urban Ecological Systems," *BioScience* 50 (2000): 571-84.

Los ciclos tradicionales de financiamiento y las estructuras administrativas de la investigación favorecen regularmente indicadores de éxito de corto plazo y específicos a la disciplina. Por ejemplo, índices de citación como ISI⁶⁹, no reflejan el valor ni recompensan adecuadamente trabajos interdisciplinarios a largo plazo cuyos beneficios se acumulan en el tiempo y no pueden ser detectados únicamente con tales índices disciplinarios. Los participantes y coordinadores de la Red Chilena de Investigaciones Socio-ecológicas de Largo Plazo deben demostrar a las agencias de financiamiento que es necesario crear nuevos índices de evaluación, que permitan validar así este nuevo tipo de esfuerzo académico. La Red Chilena de Sitios de Estudio Socio-ecológicas de Largo Plazo provee al IEB una oportunidad única para legitimar el papel de la ciencia y de la educación ecológica en los procesos sociales, que fomenta el diálogo académico con una comunidad más amplia que los miembros de su propia disciplina. El IEB puede ayudar a que la comunidad académica nacional e internacional avance desde criterios de evaluación restrictivos con un foco exclusivo en la investigación básica, hacia ámbitos intelectuales y prácticos más amplios que reflejen de mejor manera la integración eco-social que demanda hoy el contexto de cambio global.

Por último, la carencia de infraestructura, de sitios de estudio controlados, de estructura financiera nacional para la ciencia, junto con una inestabilidad en las políticas universitarias y de gobierno, impidieron una implementación formal más temprana de la investigación a largo plazo en Chile⁷⁰. El IEB tendrá que superar estas barreras para promover grupos transdisciplinarios y proyectos de investigación multi-institucionales, y lograr objetivos más amplios facilitados por esta nueva red de investigaciones socio-ecológicas de largo plazo⁷¹. Esta red también estimulará un papel más participativo de la ciencia en la toma de decisiones y en la aplicación del conocimiento, que transforme el papel tradicional de "científicos informantes"⁷². Se espera que el compromiso y la presencia a largo plazo por parte de los equipos científicos ayude a construir una confianza mutua con colaboradores locales, e insertar la investigación en procesos socio-políticos de relevancia local, regional e internacional. De esta forma, los programas chilenos de investigación socio-ecológica de largo plazo tienen un gran potencial para ayudar a crear una mayor cohesión entre las diferentes disciplinas dentro de la academia, y entre los académicos y la sociedad en general.

⁶⁹ El *Institute for Scientific Information* maneja una base de datos ampliamente utilizada que registra las publicaciones indexadas con comité revisor y el número de citaciones de los trabajos publicados. Se considera a menudo un indicador de productividad científica.

⁷⁰ J. J. Armesto, "Fundamentos y Necesidades para un Programa de Estudios de Largo Plazo de Ecología en Chile," *Revista Chilena de Historia Natural* 68 (1995): 5-11.

⁷¹ J. A. Drew y A. P. Henne, "Conservation Biology and Traditional Ecological Knowledge: Integrating Academic Disciplines for Better Conservation Practice," *Ecology and Society* 11 (2006) at <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art34>.

⁷² Rozzi et al., "Ten Principles for Biocultural Conservation."